



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Aktenzeichen: P 32 42 997.5
② Anmeldetag: 20. 11. 82
④ Offenlegungstag: 24. 5. 84

DE 3242997 A1

⑦ Anmelder:
Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart, DE

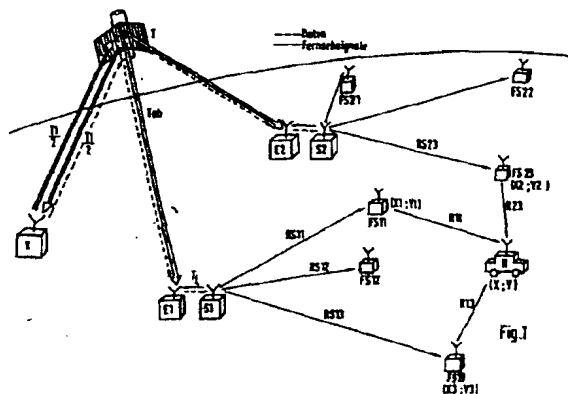
⑦ Erfinder:
Rother, Dietrich, Dr.-Ing., 7146 Tamm, DE;
Tschiesche, Hugo, Dipl.-Ing., 7251 Mönsheim, DE;
Kallerhoff, Hermann, Dipl.-Ing., 7257 Ditzingen, DE

DE 3242997 A1

⑥ Positionsbestimmungssystem

Bei dem Positionsbestimmungssystem wird in einer Nutzerstation (N) die eigene Position aus Entfernungen zu mehreren Fernsehgrundnetzsendern (S1, S2) und/oder Fernsehfüllsendern (FS11, ..., FS21, ...) sowie den Positionen dieser Fernsehsender, die in der Nutzerstation bekannt sind, berechnet. Die Entfernungen zu den Fernsehsendern werden mittels Einwegentfernungsmessungen ermittelt. Die zur Einwegentfernungsmessung benötigten Zeitmarken werden aus den Fernsehsignalen dieser Fernsehsender abgeleitet. Der Fernsehender, der das Fernsehsignal abgestrahlt hat, wird mit Hilfe der Frequenz des empfangenen Fernsehsignals identifiziert.

Zur Synchronisation aller Stationen des Systems ist eine Bodenkontrollstation (K), die mit einem in einem Satelliten angeordneten Transponder (T) zusammenwirkt, vorgesehen. Die Transpondersignale werden außerdem von Empfangsstationen (E), die den Fernsehgrundnetzsendern (S) zugeordnet sind, empfangen. In den Empfangsstationen werden Korrekturwerte für die Fernsehgrundnetzsender ermittelt und diese werden zu den Nutzern übertragen. Die Füllsender sind jeweils an den dazugehörigen Fernsehgrundnetzsender angekoppelt.



DE 3242997 A1

STANDARD ELEKTRIK LORENZ

AKTIENGESELLSCHAFT

S T U T T G A R T

D.Rother-H.Tschiesche-H.Kallerhoff 4-2-1

Patentansprüche

1. Positionsbestimmungssystem, bei dem in der Nutzerstation (N) die eigene Position aus mehreren Entfernungen zu Stationen (FS 23, FS 11, FS 13), deren Positionen in der Nutzerstation bekannt sind, berechnet und diese Entfernungen mittels des Einwegentfernungsmeßverfahrens ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Einwegentfernungsmessung benötigten Zeitmarken aus Fernsehsignalen, die von Fernsehgrundnetzsendern (S1, S2) und/oder von Fernsehfüllsendern (FS 11..., FS 21, ...) abgestrahlt werden, abgeleitet werden, und daß die Frequenz des empfangenen Signals zur Identifizierung des Senders verwendet wird, wodurch in der Nutzerstation auch die Position (Xi, Yi) dieses Senders bekannt ist.
2. Positionsbestimmungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Synchronisation der Stationen des Systems mindestens eine Bodenkontrollstation (K) vorgesehen ist, die ein mit Zeitmarken, die von einer ersten Uhr abgeleitet werden und die eine bestimmte Folgefrequenz aufweisen, versehenes Signal zu einem in einem Satelliten angeordneten Transponder (T) abstrahlt, die das vom Transponder abgestrahlte Signal empfängt, die die Signallaufzeit ($\frac{T_1}{2}$) zwischen Bodenkontrollstation und Transponder ermittelt und die diesen Wert zu mindestens einer Empfangs-

D.Rother 4-2-1

station (E1, E2) überträgt, daß die Empfangsstation (E) die von dem Transponder abgestrahlten Signale, welche die Zeitmarken enthalten, und das Fernsehsignal eines ihr benachbarten Fernsehgrundnetzsenders empfängt, daß in der

5 Empfangsstation aus einer zweiten Uhr Zeitmarken, deren Folgefrequenz gleich der Folgefrequenz der Zeitmarken die von der Bodenkontrollstation abgestrahlt werden, abgeleitet werden, daß die zeitliche Differenz dieser Zeitmarken zu den Zeitmarken des Transpondersignals (T_2) er-

10 mittelt wird, daß die Signallaufzeit (T_{ab}) von dem Transponder zu der Empfangsstation berechnet wird und daß aus den übertragenen ($\frac{T_1}{2}$), ermittelten (T_{ab}) und gemessenen (T_2) Werten die zeitliche Abweichung ($\Delta t = \frac{T_1}{2} + T_{ab} - T_2$) der Uhr der Empfangsstation von der Uhr der Bodenkontroll-

15 station ermittelt wird, daß die Differenz (T_k) zwischen den in der Empfangsstation erzeugten Zeitmarken und den Zeitmarken des Fernsehsignals, die dieselbe Folgefrequenz aufweisen, ermittelt wird, daß aus der Abweichung (Δt) der Uhr der Empfangsstation und der gemessenen Differenz

20 zu den Zeitmarken des Fernsehsignals unter Berücksichtigung der Signallaufzeit des Fernsehsignals vom Fernsehgrundnetzsender zur Empfangsstation ein Korrekturwert (K_1) berechnet wird, der die Abweichung der Zeitmarken des vom Fernsehsender abgestrahlten Signals von der

25 entsprechenden Zeitmarke der Bodenkontrollstation angibt, und daß in der Nutzerstation bei der Einwegentfernungsmessung zu dem Fernsehgrundnetzsender dieser Korrekturwert und bei der Einwegentfernungsmessung zu einem Füll-

30 sender dieser Korrekturwert und zusätzlich die Laufzeit des Fernsehsignals vom Fernsehgrundnetzsender zu dem betreffenden Füllsender berücksichtigt wird.

3. Positionsbestimmungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung der Korrekturwerte

D.Rother 4-2-1

der Textverteildienst Videotext verwendet wird.

4. Positionsbestimmungssystem nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Nutzer mindestens zu drei Stationen Einwegentfernungsmessungen durchführt, und daß aus der Gleichung zur Bestimmung des Standorts der Nutzerstation die Abweichung (ΔT) der Uhr des Nutzers von der Systemzeit ermittelt und bei der Berechnung des eigenen Standorts berücksichtigt wird.

5. Nutzerstation für ein Positionsbestimmungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Empfänger (400) zum Empfang der Fernsehsignale vorgesehen ist, daß ein Zeitmarkendecoder (502) vorhanden ist, der die im empfangenen Fernsehsignal enthaltenen Zeitmarken dekodiert, daß eine Uhr (503) vorhanden ist, von der die Zeitmarken der Nutzerstation abgeleitet werden, und daß Meß- und Auswerteeinrichtungen (504, 600) vorhanden sind, in denen die Ermittlung der Position der Nutzerstation erfolgt.

D.Rother-H.Tschiesche-H.Kallerhoff 4-2-1

Positionsbestimmungssystem

Die Erfindung geht aus von einem Positionsbestimmungssystem wie im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegeben.

Ein solches Positionsbestimmungssystem ist beispielsweise
 5 das Global Positioning System (GPS), ein satellitenge-
 stütztes Navigationssystem, welches in den USA insbesondere
 für militärische Anwendung entwickelt wurde. Das GPS ist
 in NAVIGATION, Journal of the Institute of Navigation,
 GPS Special Issue, Band 25, Nr. 2 Sommer 1978, Seite 93- 106
 10 beschrieben.

Bei diesem System mißt der Nutzer die Entfernungen zu
 mehreren Satelliten. Hierzu ist es notwendig, daß die Bahnen
 der Satelliten ständig genau vermessen werden, denn zur
 Positionsbestimmung müssen deren jeweilige Positionen stets
 15 genau bekannt sein. Bei diesem System kann der Nutzer seine
 eigene Position sehr genau bestimmen und es ist eine globale
 Bedeckung möglich. Nachteilig ist jedoch, daß die Geräte
 für den Nutzer sehr aufwendig und teuer und der Betrieb
 des gesamten Systems (es muß ständig eine große Anzahl Sa-
 20 telliten in Umlauf sein und ständig vermessen werden) sehr
 kostspielig sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Positionsbestimmungssystem
 anzugeben, das ohne großen Aufwand betrieben werden kann.

ZT/P1-Sm/Chr

11.11.1982

D.Rother 4-2-1

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit den im Anspruch 1 angegebenen Mitteln. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Eine Nutzerstation für ein solches Positionsbestimmungssystem ist im Anspruch 5 angegeben.

Bei dem neuen Positionsbestimmungssystem ist nur ein Satellit notwendig. In diesem Satelliten ist ein Transponder für ein von einer Bodenk Kontrollstation abgestrahltes Signal enthalten. Hierbei ist es möglich, den Transponder in einem Satelliten, der auch für andere Dienste vorgesehen ist, unterzubringen.

Bodenseitig werden vorhandene Fernsehsender mitbenutzt. Dadurch sind sowohl der Aufwand für die Installation eines solchen Systems als auch die Betriebskosten niedrig zu halten. Die Nutzergeräte basieren auf bekannten Fernsehempfängern. Auch hier ist wieder eine kostengünstige Lösung möglich.

Durch die Mitverwendung der Fernsehsender wird ein großer räumlicher Bedeckungsgrad erreicht.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise des Positionsbestimmungssystems, und

Fig. 2: ein Blockschaltbild eines Nutzergerätes.

Vorausschickend ist zu bemerken, daß bei den Zeit und Laufzeitmessungen gegebenenfalls geräteinterne Laufzeiten

D.Rother 4-2-1

zu berücksichtigen sind. Wenn jedoch ein Fachmann das neue Positionsbestimmungssystem kennt, ist es fachmännisches Wissen, diese Zeiten zu messen und zu berücksichtigen. Um die Beschreibung übersichtlicher zu gestalten, werden deshalb nachfolgend diese Gerätelaufzeiten vernachlässigt.

Bei dem Positionsbestimmungssystem ist eine Bodenkontrollstation K vorgesehen, die ein mit Zeitmarken versehenes Signal abstrahlt, das von einem in einem geostationären Satelliten befindlichen Transponder T empfangen und wieder abgestrahlt wird (anstelle eines geostationären Satelliten ist es auch möglich, mehrere umlaufende Satelliten zu verwenden). Die Zeitmarken werden von einer hochgenauen Uhr, die die Systemzeit festlegt, abgeleitet. Die Signallaufzeiten von der Bodenkontrollstation zum Transponder bzw. vom Transponder zur Bodenkontrollstation sind jeweils $\frac{T_1}{2}$.

Die vom Transponder abgestrahlten Signale werden nicht nur von der Bodenkontrollstation K sondern auch von Empfangsstationen E1, E2 empfangen. Die Empfangsstationen sind jeweils einem Fernsehgrundnetzsender S1, S2 zugeordnet. Sie sind vorzugsweise im selben Gebäude wie die Fernsehgrundnetzsender untergebracht und sind ebenfalls mit einer Uhr ausgestattet, die jedoch nicht so genau und konstant wie die der Bodenkontrollstation sein muß, da ihre Abweichung von der Systemzeit entweder ausgeregelt oder bei der Auswertung berücksichtigt wird. Nachfolgend wird davon ausgegangen, daß die Abweichung bei der Auswertung berücksichtigt wird.

Von einer Satellitenkontrollstation, die die Bahn des Satelliten überwacht, werden über die Bodenkontrollstation

D.Rother 4-2-1

5 und den Transponder zur Empfangsstation (oder gegebenenfalls auch direkt zur Empfangsstation) die Bahndaten des Satelliten übertragen. Aus den Bahndaten des Satelliten und aus den Koordinaten der eigenen Position wird in der Empfangsstation die Entfernung Satellit/Empfangsstation und die dazugehörige Signallaufzeit T_{ab} berechnet.

10 Von der Empfangsstation werden weiterhin das vom Fernsehgrundnetzsender abgestrahlte Signal empfangen, die darin enthaltenen Zeitmarken dekodiert und der zeitliche Abstand zwischen den Zeitmarken, die von der Uhr in der Empfangsstation abgeleitet werden, und den Zeitmarken des Fernsehsignals ermittelt.

15 Die Zeitmarken, die in der Bodenkontrollstation und in der Empfangsstation erzeugt werden, sowie die Zeitmarken, die im Fernsehsignal enthalten sind, haben alle dieselbe Folgefrequenz. Aus welchen Bestandteilen des Fernsehsignals die Zeitmarken abgeleitet werden, wird weiter unten noch näher erläutert.

20 Jedem der beiden Fernsehgrundnetzsender sind Füllsender FS 11, FS 12, FS 13 bzw. FS 21, FS 22, FS 23 zugeordnet, die das vom Fernsehgrundnetzsender empfangene Signal in der Frequenz umsetzen und wieder abstrahlen.

25 Eine Nutzerstation N empfängt stets mehrere Signale und zwar je nach ihrer jeweiligen Position von einem oder mehreren Fernsehgrundnetzsendern und/oder den Füllsendern des einen und/oder des anderen Fernsehgrundnetzsenders. In der Nutzerstation ist ebenfalls eine Uhr vorhanden, aus der Zeitmarken, die dieselbe Folgefrequenz wie die erwähnten Stationen aufweisen, abgeleitet werden. Es ist, 30 wie weiter unten noch näher erläutert wird, nicht not-

D.Rother 4-2-1

wendig, daß die Uhr des Nutzers hochkonstant und langzeitstabil ist.

Um vom Nutzer aus Einwegentfernungsmessungen zu allen Sendern, deren Signale empfangen werden, durchführen zu können, ist es notwendig, daß alle Uhren mit der Systemzeit synchronisiert sind. Eine tatsächliche Synchronisation setzt einen Eingriff in das vorhandene Fernsehsignal voraus, denn in diesem Fall muß das Fernsehsignal mit synchronisierbaren Zeitmarken moduliert werden. Dies ist möglich, jedoch wird, wie bereits erwähnt, nachfolgend eine Lösung beschrieben, bei der die Synchronisation nicht real durchgeführt wird, sondern bei der die Abweichungen von der Systemzeit bei der Auswertung rechnerisch berücksichtigt werden.

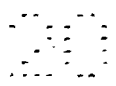
Es wurde beschrieben, daß in der Empfangsstation die Laufzeit T_{ab} für ein Signal von dem Transponder zu der Empfangsstation berechnet wird. Weiterhin wird die Zeitdifferenz T_2 zwischen einer Zeitmarke des empfangenen Transpondersignals und einer Zeitmarke, die in der Empfangsstation erzeugt wird, gemessen. Hat die Empfangsstation von dem Transponder dieselbe Entfernung wie die Bodenkontrollstation, dann ist $\frac{T_1}{2}$ gleich T_{ab} .

Unter der Annahme, daß Synchronisation zwischen den Uhren vorhanden ist, gilt allgemein:

$$T_2 = \frac{T_1}{2} + T_{ab}.$$

Falls keine Synchronisation vorhanden ist, kann die Abweichung gemäß der Gleichung

$$\delta T = \frac{T_1}{2} + T_{ab} - T_2$$



D.Rother 4-2-1

berechnet werden. Außer δT sind nämlich alle Größen bekannt (T_1 wird von der Bodenkrollstation zur Empfangsstation² übertragen, T_{ab} wird berechnet und T_2 wird gemessen).

5 Über den Korrekturfaktor δT ist also die Uhr der Empfangsstation an die Systemzeit angekoppelt.

Die Entfernung zwischen der Empfangsstation und dem Fernsehgrundnetzsender ist klein und kann aus den Koordinaten der beiden Standorte, die bekannt sind, berechnet werden.
 10 Somit kann auch die Laufzeit T_L zwischen den beiden Stationen berechnet werden. Um die Abweichung der Zeitmarken, die aus dem Fernsehsignal abgeleitet werden, von der Systemzeit zu ermitteln, wird in der Empfangsstation die Zeitspanne zwischen Zeitmarken, die in der Empfangsstation erzeugt werden und Zeitmarken, die aus dem Fernsehsignal
 15 abgeleitet werden, ermittelt. Ist Synchronisation vorhanden, dann ist diese Zeitspanne gleich der Laufzeit T_L zwischen den beiden Stationen. Falls keine Synchronisation vorhanden ist, wird die Zeit T_k gemessen, bei der jedoch
 20 gegebenenfalls der Korrekturfaktor δT berücksichtigt werden muß, da ja bereits die Uhr in der Empfangsstation von der Systemzeit abweichen kann. Der Korrekturwert für die Abweichung der Zeitmarken des Fernsehsignals von der Systemzeit ist also

25
$$K1 = T_k - \delta T - T_L.$$

Dieser Korrekturwert gilt für den Fernsehgrundnetzsender sowie für die an diesen angekoppelten Füllsender, wobei jedoch bei den letzteren noch die Signallaufzeit vom Fernsehgrundnetzsender zu dem jeweiligen Füllsender berücksichtigt werden muß. Hierauf wird später noch eingegangen.
 30

D.Rother 4-2-1

Zur Übertragung der Korrekturwerte zum Nutzer gibt es verschiedene Möglichkeiten. Z. B.:

- Einblenden der Korrekturwerte in die im Videosignal vorhandenen Datenzeilen oder Leerzeilen (erfordert Zugriffsmöglichkeit auf das Videosignal am Fernsehgrundnetzsender),
- Einfügen eines Hilfsträgers, der mit den Korrekturwerten moduliert ist. Der Hilfsträger kann in den nicht belegten Frequenzbereich zwischen zwei Fernsehkanälen eingefügt werden (ähnlich wie die Übertragung eines zweiten Tonträgers, z. B. Stereoton),
- Übermittlung der Korrekturwerte mittels des Videotextdienstes. Bei dieser Art der Übermittlung sind keine technischen Eingriffe oder organisatorische Veränderungen im bestehenden Fernsendsendernetz notwendig. Es wird hierbei lediglich ein vorhandener Dienst benutzt und um Informationen für Ortungszwecke erweitert.

In der schematischen Darstellung der Fig.1 sind neben den Fernsehgrundnetzsendern mehrere Füllsender FS 21, FS 22, FS 23; FS 11, FS 12, FS 13 vorhanden. Für die weitere Beschreibung wird angenommen, daß die Nutzerstation N, deren Position X, Y bestimmt werden soll, das Fernsehsignal von den Füllsendern FS 11 (X1; Y1), FS 13 (X3; Y3) und FS 23 (X2; Y2) empfängt. Diese Füllsender sind an die Fernsehgrundnetzsender S1 bzw. S2 angekoppelt.

- Die Nutzerstation mißt mittels des Einwegentfernungsmeßverfahrens die Entfernung zu den drei Füllsendern. Hierzu wird auf an sich bekannte Weise die Laufzeit des Fernsehsignals vom jeweiligen Füllsender zum Nutzer gemessen und zwar durch Messung der Zeitspanne zwischen den Zeitmarken, die aus dem Fernsehsignal abgeleitet werden und den Zeitmarken, die von der Uhr der Nutzerstation abgeleitet werden. Die Uhr der Nutzerstation muß keine sehr hohe

D.Rother 4-2-1

Langzeitstabilität aufweisen.

Beim vorhandenen Fernsehnetz ist bekannt, welcher Sender welche Position hat und mit welcher Frequenz er seine Fernsehsignale abstrahlt. Diese Information ist in der Nutzerstation gespeichert. Wenn der Nutzer also die Frequenz des empfangenen Signals kennt, dann weiß er, welcher Sender dieses Signal abgestrahlt hat.

Da die einzelnen Sender nicht mit der Systemzeit synchronisiert sind sondern lediglich die Abweichung bekannt ist, muß zur Entfernungsmessung der Korrekturwert für den jeweiligen Sender berücksichtigt werden.

Ist der Sender, zu dem die Entfernung gemessen wird, der Fernsehgrundnetzsender, dann ist dieser Korrekturwert K_1 , der zum Nutzer mittels Videotext übertragen wird. Handelt es sich jedoch um einen Füllsender, dann kommt zu diesem Korrekturwert noch ein weiterer Korrekturwert, der gleich der Laufzeit des Fernsehsignals vom Fernsehgrundnetzsender zum betroffenen Füllsender ist, hinzu. Die Koordinaten des Füllsenders und des Grundnetzsenders sind bekannt. Es ist möglich, die Laufzeit zu allen Füllsendern vorab zu messen oder zu berechnen und dem Nutzer zur Speicherung zur Verfügung zu stellen. Der Nutzer muß dann lediglich die zusätzlichen Korrekturwerte aus dem Speicher abrufen.

Mit diesen Informationen kann also der Nutzer die gemessene Zeitspanne zwischen den beiden Zeitmarken korrigieren und die Entfernung R_{11} , R_{13} , R_{23} zu dem jeweiligen Sender berechnen. Hierin ist jedoch ein möglicher Fehler (weitere Unbekannte) enthalten, der durch eine eventuelle Abweichung der Uhr der Nutzerstation von der Systemzeit verursacht wird.

D.Rother 4-2-1

Zur Bestimmung der eigenen Position muß mindestens die Entfernung zu drei Sendern gemessen werden. Eine Messung zu nur zwei Sendern ist zweideutig.

5 Drei Gleichungen mit drei Unbekannten ermöglichen die Bestimmung von drei Unbekannten. Zwei dieser Unbekannten sind die Koordinaten X und Y der eigenen Position. Die dritte Unbekannte ΔT gibt die Abweichung der Uhr der Nutzerstation von der Systemzeit an. Dadurch wird es also möglich, den durch die Abweichung der Uhr von der Systemzeit bedingten Entfernungsmeßfehler zu beseitigen. Man erhält die tatsächlichen Entfernungen R 11, R 13, R 23 zu den Sendern. Das Gleichungssystem sieht wie folgt aus:

$$\begin{aligned} (X-X_1)^2 + (Y-Y_1)^2 &= (D_1 + C\Delta T)^2 = R_{11}^2 \\ (X-X_2)^2 + (Y-Y_2)^2 &= (D_2 + C\Delta T)^2 = R_{23}^2 \\ 15 \quad (X-X_3)^2 + (Y-Y_3)^2 &= (D_3 + C\Delta T)^2 = R_{13}^2 \end{aligned}$$

hierbei sind D_1, D_2, D_3 die gemessenen Entfernungen, die noch mit einem Fehler behaftet sind, der durch die Abweichung der Uhr der Nutzerstation von der Systemzeit verursacht wird. C ist die Lichtgeschwindigkeit.

20 Nachfolgend werden einige Einzelheiten des Positionsbestimmungssystems detaillierter beschrieben. Zunächst zu den benutzten Signalen:

25 Zur Übertragung der Zeitmarken ist es möglich, im Fernsehsignal ein zusätzliches Zeitsignal vorzusehen, das direkt bei den Fernsehgrundnetzsendern eingeblendet wird. Dieses Zeitsignal hat gegenüber den Bildwechsel- und Zeilensynchronimpulsen eine beliebige Lage und veränderliche Driftraten. Um zu gewährleisten, daß sich mindestens immer eine Zeitmarke innerhalb einer Zeile befindet, müssen

D.Rother 4-2-1

zwei Impulse vorhanden sein, die voneinander unterscheidbar sind.

5 Der Aufbau des Fernsehsignals beinhaltet jedoch hinreichend genaue Zeitsignale, aus denen Zeitmarken abgeleitet werden können, so daß auf die Einfügung eines speziellen Zeitsignals verzichtet werden kann.

10 So kann z. B. die Flanke zum Zeitpunkt 0_V (Start der Vertikalsynchronisierung), die alle 20 ms, entsprechend einer Frequenz von 50 Hz zur Verfügung steht, als zunächst ungenaues "erstes Zeitsignal" angenommen werden. Die Anstiegszeit (10 bis 90 %) beträgt $\leq 200 \pm 100$ ns.

Ein genaues Zeitsignal läßt sich in Verbindung mit dem "ersten Zeitsignal" auf verschiedene Weise gewinnen:

- 15 a) Ausblenden einer oder mehrerer Schwingungen des Farbsynchronsignals, wobei der Ausblendeimpuls vom "ersten Zeitsignal" 0_V abgeleitet wird.
- b) Ausblenden eines oder mehrerer Zeilensynchronimpulse, sinngemäß wie unter a).
- 20 c) Ausblenden einer Sprungfunktion aus den Prüfzeilen 17 und 330.

Auf den Aufbau des Fernsehsignals an sich wird hier nicht eingegangen, da dieser allgemein bekannt ist.

25 Für die Übermittlung des Zeit- und Datensignals von der Bodenkontrollstation aus über den Transponder zu den Empfangsstationen ist das abgestrahlte Signal wie bei GPS mit einem Pseudorandomsignal oder einem Code moduliert. Diese Technik sowie die notwendigen Sender und Empfänger sind vom GPS her bekannt.

Die Codemodulation ist ein Verfahren, bei dem durch spek-

D.Rother 4-2-1

- trale Speizung der Nachrichten durch einen pseudozufälligen Code, dessen Bandbreite groß gegenüber der Nachrichtenbandbreite ist, die Information übertragen wird. Das aus den Daten und dem Codewort gebildete Codemultiplex-
- 5 Signal wird mit der Trägerfrequenz multipliziert und ergibt ein phasenumgetastetes Signal. Der Vorteil dieses Modulationsverfahrens ist die sichere Übertragung von Daten- und Zeitsignalen, die auch bei schlechten Störabständen aus dem Codewort gewonnen werden können.
- 10 Der Empfänger der Bodenkontrollstation bzw. der Empfangsstation gewinnt die gewünschte Information (Zeitsignal, Daten) aus dem empfangenen Signalgemisch (Nutzsignal und Störungen) mit Hilfe des ihm bekannten Codeworts. Dazu wird das Empfangssignal mit dem synchronisierten Code
- 15 multipliziert. Die dadurch bewirkte spektrale Komprimierung hebt das gewünschte Datensignal frequenzmäßig aus den übrigen durch die Multiplikation noch weiter gespreizten Spektren heraus, so daß es durch einen Bandpaß ausgefiltert und anschließend dekodiert werden kann.
- 20 Die phasenrichtige Synchronisation des im Empfänger erzeugten Codes auf das gesendete Codesignal kann in einer Code-Synchronisationsschaltung nach dem Delay-Lock-Loop-Prinzip (Verzögerungsverfahren) geschehen.
- Von der Bodenkontrollstation über den Transponder zu den
- 25 Empfangsstationen werden bei Bedarf noch weitere Informationen übertragen (z.B. Ionosphären-Korrekturparameter zur Korrektur der Laufzeit der Strecke Transponder/ Empfangsstation, Betriebsdaten, Nachrichten). Diese Informationen können in Störungsfällen über das Videotextnetz
- 30 bis zum Nutzer weitergegeben werden.

D.Rother 4-2-1

Einige Bemerkungen zur Bestimmung der Korrekturfaktoren
in der Empfangsstation. Abhängig von der verwendeten
Uhr (Rubidium - oder Cesiumfrequenznormal) reicht es
aus, wenn zwei- bis dreimal täglich wenige Minuten lang
5 der Korrekturfaktor δT ermittelt wird. Die Abweichungen der
Stationsuhren von der Systemzeit sollten im Mittel
zwischen 10 ns und 30 ns liegen.

Aus dem Fernsehsignal werden Zeitmarken mit einem Abstand
von 20 ms abgeleitet. Dieser Abstand gilt für alle im
10 System erzeugten Zeitmarken. Wie bereits erwähnt, wird in
der Empfangsstation die Abweichung T_k der vom Fernseh-
signal abgeleiteten Zeitmarken von den Zeitmarken, die in
der Empfangsstation erzeugt werden, gemessen. Dieser Kor-
rekturwert K_1 kann um einen bestimmten Betrag driften. In
15 der Empfangsstation wird als weiterer Korrekturwert die
Driftrate K_2 in ns/s ermittelt und dieser Wert wird dann
ebenfalls zu den Nutzerstationen mittels Videotext übertragen.

Die Abweichung δT wird nur einige Male pro Tag ermittelt.
Der Korrekturwert K_1 hingegen wird in festen Zeitabstän-
den (z.B. Minuten) berechnet. Er besteht aus einem Wert
20 zwischen 0 und 19 999 ns und einer Zeitangabe, wann die-
ser Wert gültig war. Für diesen gleichen Zeitpunkt wird
auch der Korrekturwert K_2 als Drift in ns/s angegeben.
Durch diese Art der Darstellung der Korrekturwerte ist
25 es möglich, diese im Normalfall nur in größeren Abstän-
den (Minuten) verändern zu müssen; im Falle von Umschal-
tungen in den Zubringerstrecken zum Fernsehsender oder
bei den Videoprogrammquellen werden jedoch unmittelbar
neue Werte den Videotexteinrichtungen übergeben.

30 Es kann vorkommen, daß bei den Füllsendern einige Fre-
quenzen von örtlich weit auseinanderliegenden Füllsendern

D.Rother 4-2-1

kleiner Leistung doppelt belegt sind. Sendertabellen, die den Zusammenhang zwischen Frequenz und geographischer Lage des Senders angeben, könnten also bei einigen Frequenzen mehrdeutig sein. Diese Mehrdeutigkeit läßt sich entweder
5 durch Unterteilung in regionale Sendertabellen oder durch einfache softwaremäßige Plausibilitätsprüfungen in der Nutzerstation ausschließen.

Einige Bemerkungen zur Übertragung von Daten mittels Videotext. Videotext ist ein Textverteilerdienst von ARD,
10 ZDF und Zeitungsverlegern, der aus Nachrichten und anderen Informationen zusammen mit einigen Grafiken besteht und gleichzeitig mit dem Bild zu einem normalen Fernsehkanal innerhalb der Bildaustastlücke übertragen wird. Das Videotextsystem verwendet eine Binärübertragung mit einer Ge-
15 schwindigkeit von 6,9375 MBit/s entsprechend einer Bandbreite von ca. 3,5 MHz. Jede Datenzeile beinhaltet binäre Elemente (Synchronisier- und Adressinformationen sowie den Code für 40 Zeichen) in Form eines zweiwertigen NRZ-Signals, das vom Schwarzpegel bis zu 66 % des Weißpegels
20 reicht.

Bei der Nutzung des Videotext-Dienstes für das Positionsbestimmungssystem werden die in den Empfangsstationen ermittelten Korrekturwerte K1 und K2 über ein Datenmodem und Postleitungen den jeweiligen regionalen Videotextzentralen über-
25 geben. Der Rechner der Videotext-Zentrale oder ein vorgeschalteter Prozessor übernimmt die Erzeugung der Videotext-Tafel für das Positionsbestimmungssystem entsprechend des Videotext-Datenformats. Es ist eine komprimierte Darstellung der Information möglich, da der Dateninhalt nur
30 vom Empfänger der Nutzerstation dekodiert werden muß und für den normalen Videotext-Nutzer nicht lesbar sein muß.

D.Rother 4-2-1

Das Positionsbestimmungssystem kann in vorteilhafter Weise so ergänzt werden, daß es auch zur Verteilung der "absoluten" Zeit geeignet ist. Hierzu sind folgende Maßnahmen notwendig:

- 5 - die Uhr in der Bodenkontrollstation muß mit der absoluten Zeit synchronisiert sein (oder es muß, wie oben erläutert, die Abweichung ermittelt und übertragen werden),
- 10 - es muß die Laufzeit von der Bodenkontrollstation zu der Nutzerstation berücksichtigt werden.

Im Zusammenhang mit der Systembeschreibung wurde erläutert, welche Signale von welchen Stationen abgestrahlt werden und welche Messungen und Auswertungen durchzuführen sind. Mit diesem Wissen ist es fachmännisches Können, die Bodenkontrollstation, den Transponder und eine Empfangsstation zu realisieren.

Nachfolgend wird anhand der Fig.2 eine Nutzerstation erläutert.

Die Nutzerstation ist modular aufgebaut und ist deshalb besonders gut an unterschiedliche Anforderung an die Meßgenauigkeit anpaßbar. Die wesentlichen Module sind:
Fernseh-Heimempfänger-Modul 400, Meßeinrichtungs-Modul 500 und Prozessorsystem-Modul 600.

Der Fernseh-Heimempfänger-Modul 400 weist in an sich bekannter Weise einen Eingang 408, der an eine VHF- oder UHF-Antenne anschließbar ist (für die Nutzerstation ist eine Antenne mit ungerichtetem Strahlungsdiagramm vorgesehen), ein HF/ZF-Modul 402, ein Interface 403, ein Bedienteil 401, einen Signalverarbeitungsteil 404, einen Decoder 405, eine

D.Rother 4-2-1

Leistungsmodul 406 und einen Bildschirm 407, auf. Die einzelnen Teile und ihr Zusammenwirken wird hier nicht näher erläutert, da dies vom normalen Fernseh-Heimempfänger bekannt ist.

- 5 Die Signale mit den Frequenzen f_{sc} (Farbhilfsträgerfrequenz), f_h und f_v (Horizontal- und Vertikalsynchronimpuls) sind im üblichen Fernseh-Heimempfänger im Allgemeinen nicht direkt zugänglich. Deshalb ist im Meßeinrichtung-Modul 500 eine Zusatzschaltung (integrierter Schaltkreis TDA 9403) vorgesehen, die mit
- 10 dem Decoder des Moduls 400 verbunden ist und die diese Signale erzeugt. Der Modul 500 enthält weiterhin einen Zeitmarken-Decoder 502, eine Referenz-Uhr 503 und einen Zähler 504. Im Zeitmarken-Decoder wird mittels der Taktsignale, die von der Zusatzschaltung abgegeben werden, eine eindeutige Zeit-
- 15 marke pro Halbbild des Fernsehsignals, also alle 20 ms, erzeugt (z.B. eine bestimmte Flanke des Zeilensynchronsignals innerhalb der vertikalen Austastlücke, wobei der vertikale Synchronimpuls als Taktimpuls benutzt wird). Der Zähler mißt dann das Zeitintervall zwischen den Zeit-
- 20 marken des Decoders und der Referenzuhr alle 20 ms. Das so gemessene Zeitintervall ist proportional zur Laufzeit des Fernsehsignals vom Standort des Fernsehsenders bis zum Empfänger der Nutzerstation und kann unter Berücksichtigung der über Videotext übermittelten Korrekturwerte
- 25 und der errechneten Uhrenabweichung ΔT in die Entfernung umgerechnet werden (erfolgt im Prozessorsystem-Modul 600). Der Zähler führt für jedes empfangene Fernsehsignal mehrere Laufzeitmessungen durch, aus denen anschließend im Modul 600 der Mittelwert gebildet wird.
- 30 Der Prozessorsystem-Modul 600 enthält ein Prozessor-Interface, das mit dem Decoder 405, der Signalverarbeitungs-

D.Rother 4-2-1

einrichtung 404 und dem Bedienteil 401 des Fernseh-Heim-
empfänger-Moduls 400, mit dem Zähler 504 des Meßeinrich-
tungs-Moduls 500 sowie mit einem Prozessor 603 des Pro-
zessorsystem-Moduls 600 verbunden ist. Der Prozessor ist
5 weiterhin mit einem Speicher (RAM/PROM) 604, einer Bedien/
Anzeigeeinheit 605 und gegebenenfalls mit einem Kartenge-
rät 602, das die Position des Nutzers auf einer Karte an-
zeigt, verbunden.

Das Prozessorsystem hat folgende Aufgaben: Empfängerab-
10 laufsteuerung, Positionsberechnung und Positionsanzeige.

Die Empfängerablaufsteuerung wird durch das Prozessor-
Interface und das Bedienteil vorgenommen und führt die
sequentielle Einstellung und Messung von jeweils drei
Fernsehsendersignalen durch. Die Fernsehsender werden
15 durch Suchlauf, Eingabe über Tastatur oder Vorwissen aus
internem Speicher mittels genauer Synthesizereinstellung
empfangen und ausgewertet. Die Auswertung der Videotext-
Informationen ist nicht bei allen Sendern und nicht kon-
tinuierlich notwendig, da sich Korrekturwerte im Normal-
20 fall nur innerhalb von Minuten ändern. Sind mehr als drei
Fernsehsender zu empfangen, so erfolgt die Auswahl nach
dem besten Empfangspegel und einer optimalen Geometrie
(Richtungsunterschiede zu den Fernsehsendern von ca.
120°). Die so ausgewählten Sender werden an-
25 schließend sequentiell im schnellen Wechsel (< 1 sec)
durchgeschaltet und die Laufzeitmessungen der Meßeinrich-
tung werden gemittelt. Der Prozessor kann nun die Lauf-
zeitmeßwerte mittels der Korrekturwerte K_1 und K_2 korri-
gieren und eine zweidimensionale Positionsbestimmung und
30 eine Korrektur der Empfängeruhr (ΔT) entsprechend der für
 ΔT angesetzten Gleichung vornehmen. Die Positionswerte
der Fernsehsender sind aus dem Festwertspeicher (PROM)

D.Rother 4-2-1

durch die eindeutige Zuordnung der Empfangsfrequenz ab-
rufbar. Die durch die schnelle Meßfolge von 20 ms bedingte
Mehrdeutigkeit der Entfernungsmessung von ca. 6000 km ist
bei diesem Positionsbestimmungssystem ohne Bedeutung und
5 wird durch den Prozessor sehr leicht erkannt und eliminiert.
Ebenso kann der Prozessor neben der allgemeinen Plausibi-
litätsprüfung der Meßwerte die Geschwindigkeit ermitteln
und bei kurzen Signalunterbrechungen die Position weiter-
rechnen. Die Darstellung der Position kann als Koordinaten
10 in einem geographischen Koordinatensystem entweder direkt
auf dem Bildschirm des Fernsehs (als Zahlenwert) oder
auf einer Zusatzanzeige, dem Kartengerät, erfolgen.

Es ist in vorteilhafter Weise möglich, mit Hilfe einer
Videokassette eine Landkarte für das betreffende Gebiet zu
15 speichern. Diese Landkarte wird dann auf dem Bildschirm
dargestellt und die aktuelle Position des Nutzers wird da-
rauf markiert.

Das Positionsbestimmungssystem ist besonders auch für die
Positionsbestimmung von Einsatzfahrzeugen von BOS (BOS =
20 Behörde und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) geeig-
net. In diesem Fall ist es wünschenswert, daß in einer Ein-
satzzentrale die Positionen der einzelnen Einsatzfahrzeuge
bekannt sind. Eine einfache Erweiterung der Nutzerstation
macht es möglich, die Positionen zur Einsatzzentrale zu
25 melden. Die Realisierung einer solchen Rückmeldeeinrichtung
ist dem Fachmann bekannt und wird deshalb hier nicht näher
erläutert (z. B. Funkmeldesystem (FMS) der Polizei).

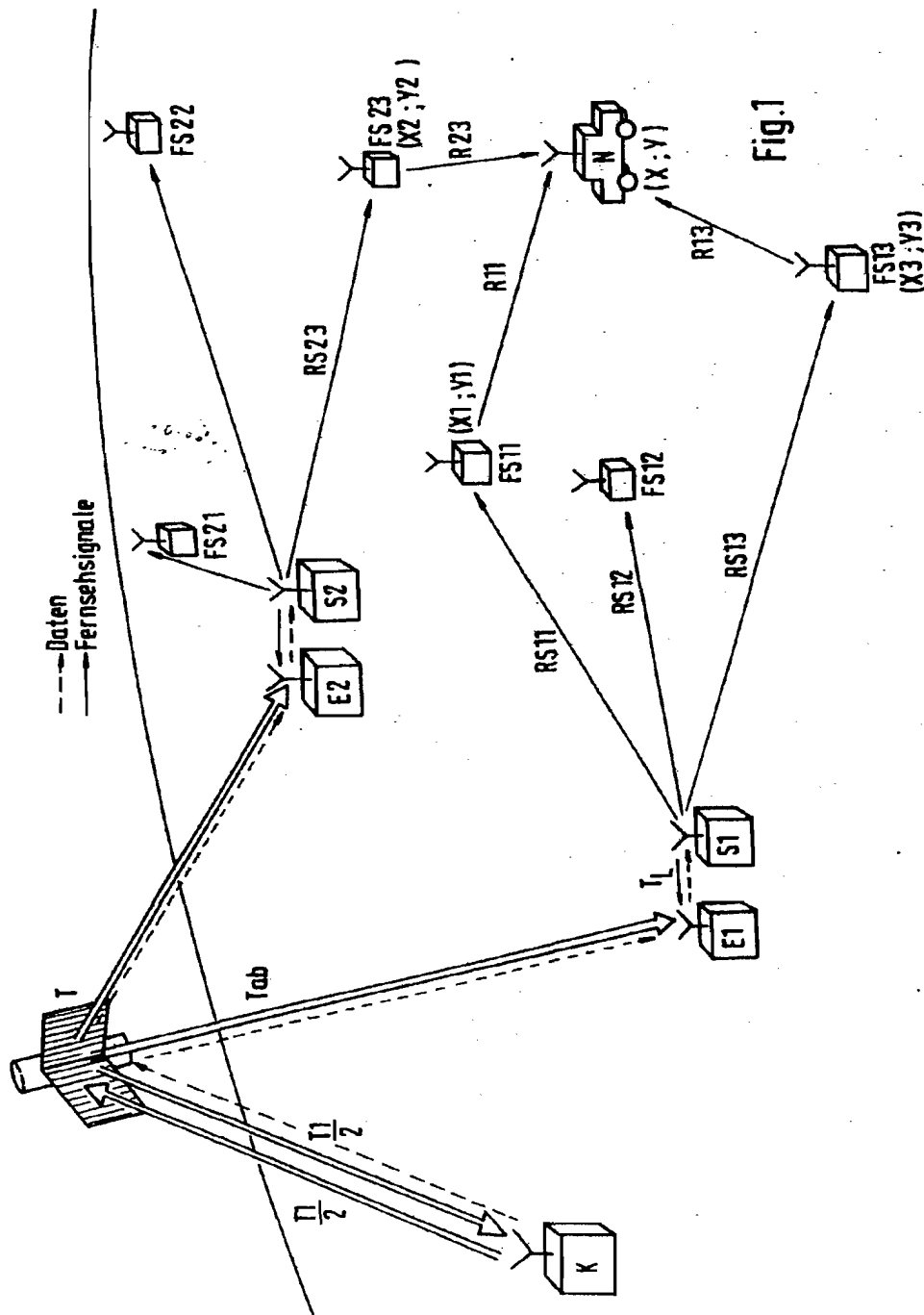
21

Leerseite

-23-

D. Rother 4-2-1
15. 11. 82

Fig.1



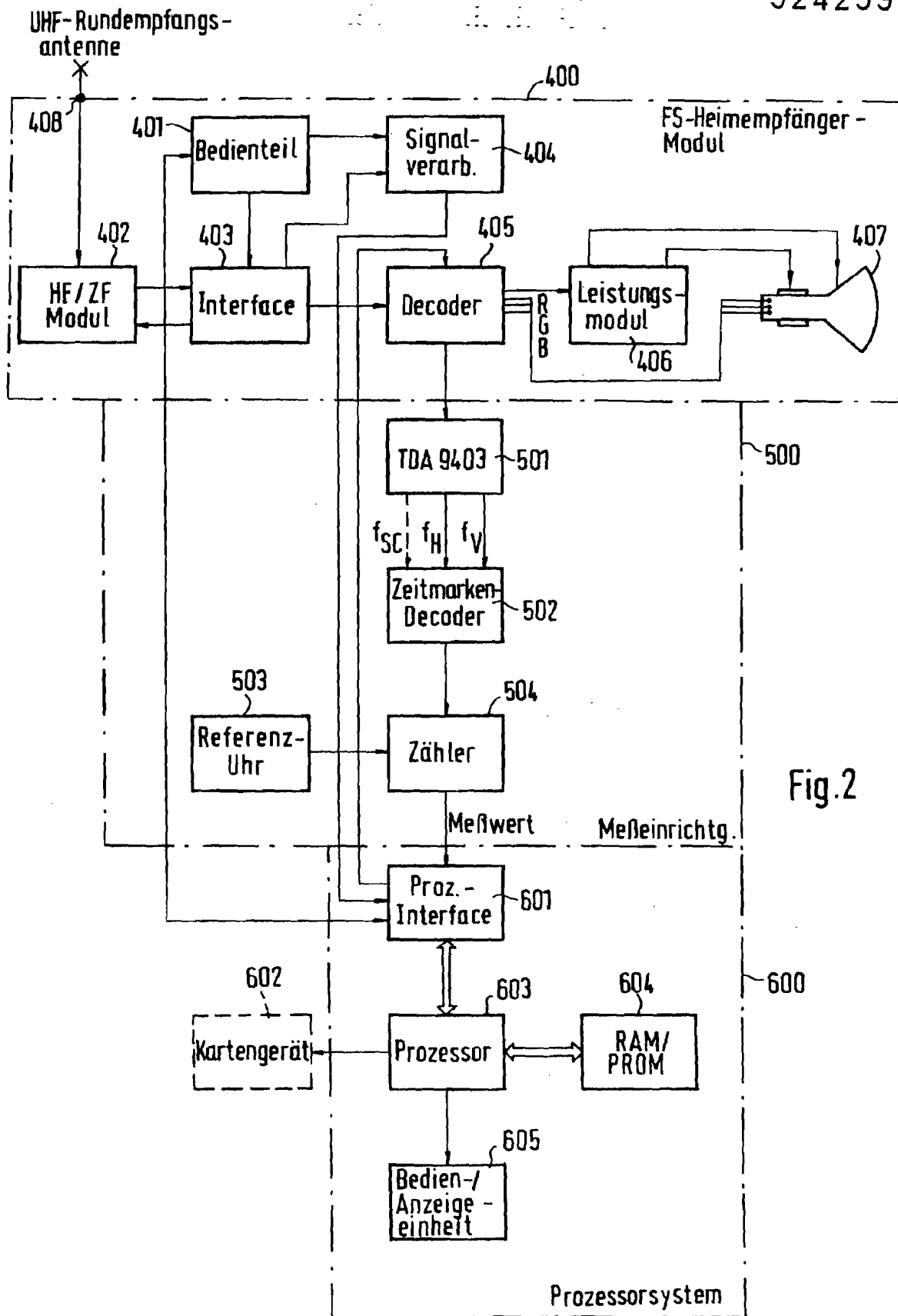


Fig.2